

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-56922

(P2001-56922A)

(43) 公開日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)	
G 1 1 B	5/66	G 1 1 B	5/66	4 J 0 3 8
C 0 9 D	1/00	C 0 9 D	1/00	5 D 0 0 6
	5/23		5/23	5 E 0 4 9
H 0 1 F	10/14	H 0 1 F	10/14	
	10/16		10/16	
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く				

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2000-107072 (P2000-107072)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年4月7日 (2000.4.7)	(72) 発明者	佐藤 久輝 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-161329	(72) 発明者	貝津 功剛 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(32) 優先日	平成11年6月8日 (1999.6.8)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

最終頁に続く

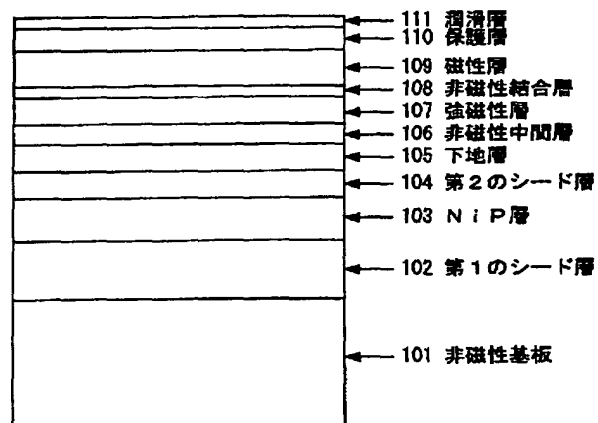
(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体を提供することを目的とする。

【解決手段】 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層及び磁性層の少なくとも一方は、強磁性結晶粒子が非磁性母材中に一様に分散したグラニュー膜で形成されているように構成する。

本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層及び磁性層の少なくとも一方は、強磁性結晶粒子が非磁性母材中に一様に分散したグラニュー膜で形成されている、磁気記録媒体。

【請求項2】 前記強磁性結晶粒子は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、CoCrTa、CoCrPt及びCoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cuであることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 前記非磁性母材は、セラミック材料又は酸化物からなることを特徴とする請求項1又は2記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに反平行であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成され、0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする請求項4記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに平行であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項7】 前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成され、0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有することを特徴とする請求項6記載の磁気記録媒体。

【請求項8】 前記非磁性結合層に、セラミック材料又は酸化物を添加することを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気記録媒体及び磁気記憶装置に係り、特に高密度記録に適した磁気記録媒体及び磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】情報処理技術の発達に伴い、磁気記録媒体に対し高密度化の要求が高まっている。この要求を満たすための磁気記録媒体に求められる特性は、例えばハードディスクでは、低ノイズ、高保磁力、高残留磁化、高分解能がある。

【0003】磁気ディスク等の水平磁気記録媒体の記録密度は、媒体ノイズの低減及び磁気抵抗効果型ヘッド及

2

びスピナバルブヘッドの開発により、著しく増大した。代表的な磁気記録媒体は、基板と、下地層と、磁性層と、保護層とがこの順序で積層された構造を有する。下地層は、Cr又はCr系合金からなり、磁性層は、Co系合金からなる。

【0004】媒体ノイズを低減する方法は、今までに各種提案されている。例えば、Okamoto et al., "Rigid Disk Medium For 5 Gbit/in² Recording", AB-3, Intermag '96 Digestには、CrMoからなる適切な下地層を用いて磁性層の膜厚を減少させることで、磁性層の粒子サイズ及びサイズ分布を減少させることが提案されている。又、米国特許第5,693,426号では、NiAlからなる下地層を用いることが提案されている。更に、Hosoe et al., "Experimental Study of Thermal Decay in High-Density Magnetic Recording Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 1528 (1997)では、CrTiからなる下地層を用いることが提案されている。上記の如き下地層は、磁性層の面内配向を促し残留磁化及びビットの熱安定性を増加させる。磁性層の膜厚を減少させて、解像度を高くする、或いは、書き込まれたビット間の遷移幅を減少させることも提案されている。更に、CoCr系合金からなる磁性層のCr偏析を促進させ、粒子間の交換結合を減少させることも提案されている。

【0005】しかし、磁性層の粒子が小さくなり互いに磁氣的により孤立するにつれ、書き込まれたビットは、線密度に応じて増加する減磁界と熱活性化とにより不安定になる。Lu et al., "Thermal Instability at 10 Gbit/in² Magnetic Recording", IEEE Trans. Magn. Vol. 30, 4230 (1994)では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、直径が10nmで400kfc iビットで $K_u V / k_B T \sim 60$ なる比の各粒子の交換結合を抑制された媒体では、大幅な熱的ディケイを受けやすいことが発表されている。ここで、 K_u は磁気異方性の定数、 V は磁性粒子の平均体積、 k_B はボルツマン定数、 T は温度を示す。尚、 $K_u V / k_B T$ なる比は、熱安定性係数とも呼ばれる。

【0006】Abarra et al., "Thermal Stability of Narrow Track Bits in a 5 Gbit/in² Medium", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 2995 (1997)では、粒子間の交換相互作用の存在が書き込まれたビットを安定化させることが、5 Gbit/in²のCoCrPtTa/CrMo媒体のアニールされた200kfc iビット

3

のMFM（磁気間力顕微鏡）解析により報告されている。ところが、20 Gbit/in²以上の記録密度では、更なる粒子間の磁氣的結合の抑制が必須となる。

【0007】これに対する順当な解決策は、磁性層の磁気異方性を増加させることであった。しかし、磁性層の磁気異方性を増加させるには、ヘッドの書き込み磁界に大きな負荷がかかってしまう。

【0008】又、熱的に不安定な磁気記録媒体の保磁力は、He et al., "High Speed Switching in Magnetic Recording Media", J. Magn. Magn. Mater. Vol. 155, 6 (1996) において磁気テープ媒体について、そして、J. H. Richter, "Dynamic Coercivity Effects in Thin Film Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 34, 1540 (1997) において磁気ディスク媒体について報告されているように、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。このため、データ速度に悪影響が生じてしまう。つまり、磁性層にどれくらい速くデータを書き込めるか、及び、磁性粒子の磁化を反転させるのに必要なヘッドの磁界強度が、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。

【0009】他方、熱安定性を向上させる他の方法として、磁性層の下に基板に適切なテクスチャ処理を施すことにより、磁性層の配向率を増加させる方法も提案されている。例えば、発行中のAkimoto et al., "Magnetic Relaxation in Thin Film Media as a Function of Orientation", J. Magn. Magn. Mater. (1999) では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、実効的な $K_u V / k_B T$ 値が配向率の僅かな増加により増大することが報告されている。この結果、Abarra et al., "The Effect of Orientation Ratio on the Dynamic Coercivity of Media for >15 Gbit/in² Recording", EB-02, Intermag '99, Korea において報告されているように、磁気記録媒体のオーバーライト性能を向上する保磁力の時間依存性をより弱めることができる。

【0010】更に、熱安定性を向上するための、キープ磁気記録媒体も提案されている。キープ層は、磁性層と平行な軟磁性層からなる。この軟磁性層は、磁性層の上又は下に配置される。多くの場合、Cr磁気絶縁層が軟磁性層と磁性層との間に設けられる。軟磁性層は、磁性層に書き込まれたビットの減磁界を減少させる。しかし、磁性記録層と連続的に交換結合する軟磁性層の結合により、磁性層の粒子の減結合という目的が達成されな

4

くなってしまふ。その結果、媒体ノイズが増大する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減する方法は、様々なものが提案されている。しかし、提案されている方法では、書き込まれたビットの熱安定性を大幅に向上することはできず、このため、媒体ノイズを大幅に減少させることは難しいという問題があった。更に、提案方法によっては、媒体ノイズを低減するための対策のために、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼしてしまうという問題もあった。

【0012】具体的には、熱安定性の高い磁気記録媒体を得るためには、(i) 磁気異方性定数 K_u を増加させる、(ii) 温度 T を減少させる、又は、(iii) 磁性層の粒子体積 V を増加させる等の対策が考えられる。しかし、対策(i)では保磁力が増加してしまい、磁性層に情報を書き込むことがより難しくなってしまう。他方、対策(ii)は、例えばディスクドライブ等の動作温度が60℃を超えることがあることを考えると、非実用的である。更に、対策(iii)は、前記の如く媒体ノイズを増加させてしまう。又、対策(iii)に代わって、磁性層の膜厚を増加させることも考えられるが、この方法では解像度が低下してしまう。

【0013】そこで、本発明は、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層及び磁性層の少なくとも一方は、強磁性結晶粒子が非磁性母材中に一様に分散したグラニューラ膜で形成されている、磁気記録媒体により達成できる。

【0015】本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体を実現できる。交換層構造の強磁性層及び交換層構造の上に設けられる磁性層の少なくとも一方に低ノイズ性に優れたグラニューラ膜を用いることで、書き込まれたビットの熱安定性を向上しつつ、さらに媒体ノイズの低減化を図ることができる。

【0016】ここでグラニューラ膜とは、例えば本出願人にかかる特開平10-92637号公報にあるように、強磁性結晶粒子が非磁性母材中に一様に分散した構造を有する磁性膜である。このグラニューラ膜を磁気記録装置の記憶媒体に応用したのがグラニューラ媒体である。CoCr系の磁性材料を記録用の磁性層に用いる従来の記録媒体では、CoとCrの偏析作用を応用し、磁性粒子の孤立化を促進させて、低ノイズ化を図ってい

5

る。しかし、従来においては磁性粒子を所望の孤立化状態を得るのが困難であった。

【0017】一方、本発明で採用するグラニュー媒体では、強磁性結晶粒子（金属）を例えば SiO_2 等（セラミックス材料）中に均一に分散させることで強磁性結晶粒子の積極的な孤立化を図ることで、極めて低いノイズ性を実現できる。

【0018】前記強磁性結晶粒子は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、CoCrTa、CoCrPt、及びCoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、 $M = \text{B}$ 、Mo、Nb、Ta、W、Cuとすることができる。この強磁性結晶粒子は2～30nmの範囲内で選定された粒子径を有することが好ましい。

【0019】前記非磁性母材は、セラミック材料又は酸化物とすることができる。例えば SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 等のセラミック材料や、NiOに代表される反強磁性の酸化物とすることができる。なお、グラニュー構造は、強磁性結晶粒子と非磁性母材の凝集エネルギー、表面エネルギー、弾性ひずみエネルギー等、基本的物理定数により、構造形態が変化する。したがって、強磁性結晶粒子に用いる磁性材料と、非磁性母材に用いるセラミック材料もしくは酸化物の組み合わせは非常に多数存在するので、所望に応じて適宜調整すればよい。

【0020】前記非磁性結合層に用いる材料は、Ru、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金、及びIr系合金からなるグループから選択された材料とすることができる。前記非磁性結合層にセラミック材料又は酸化物を添加するとエピタキシャル成長を促進させることができ

る。【0021】前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向は、前記非磁性結合層の膜厚により互いに反平行或いは平行とすることができるがそのどちらの状態でもよい。

【0022】前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とを反平行にするには、前記非磁性結合層がRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有する構成が好ましい。

【0023】また、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とを平行にするには、前記非磁性結合層がRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有する構成が好ましい。非磁性結合層としてRuを用いることが推奨される。

【0024】さらに、基板の上方に設けられた下地層と、該下地層上にグラニュー膜で形成した強磁性層

6

と、該下地層と強磁性層との間に設けられた非磁性中間層を更に備え、該非磁性中間層は、CoCr-Mからなるグループから選択されたhcp構造の合金からなり、1～5nmの範囲で選定された膜厚を有し、 $M = \text{B}$ 、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である構成としてもよい。

【0025】前記基板と前記下地層との間に設けられたNiP層を更に備え、前記NiP層はテクスチャ処理又は酸化処理が施されている構成としてもよい。

【0026】前記下地層は、NiAl及びFeAlからなるグループから選択されたB2構造を有する合金からなる構成としてもよい。

【0027】前記強磁性層は、2～10nmの範囲内で選定された膜厚を有しても良い。前記磁性記録層は、5～30nmの範囲内で選定された膜厚を有しても良い。

【0028】前記磁気記録媒体において、少なくとも第1の交換層構造と該第1の交換層構造と該磁性層との間に設けられた第2の交換層構造を備え、前記第1の交換層構造及び第2の交換層構造の強磁性層はグラニュー膜で形成され、前記第2の交換層構造のグラニュー膜の磁気異方性は該第1の交換層構造のグラニュー膜の磁気異方性より弱く、該第1及び第2の交換層構造のグラニュー膜は互いに磁化方向が反平行である構成としてもよい。

【0029】前記磁気記録媒体において、少なくとも第1の交換層構造と該第1の交換層構造と該磁性層との間に設けられた第2の交換層構造を備え、前記第1の交換層構造及び第2の交換層構造の強磁性層はグラニュー膜で形成され、前記第2の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積は、該第1の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積より小さく、該第1及び第2の交換層構造のグラニュー膜は互いに磁化方向が反平行である構成としてもよい。

【0030】上記の課題は、上記のいずれかの磁気記録媒体を少なくとも1つ備えた磁気記憶装置によっても達成できる。本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上させつつ、媒体ノイズをより確実に低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記憶装置を実現できる。

【発明の実施の形態】 先ず、本発明の動作原理を説明する。

【0031】本発明は、互いに反平行である磁化構造を有する複数の層を用いるものである。例えば、S. S. P. Parkin, "Systematic Variation of the Strength and Oscillation Period of Indirect Magnetic Exchange Coupling through the 3d, 4d, and 5d Transition Metals", Phys. Rev. Lett. V

01. 67, 3598 (1991) においては、Ru, Rh等の薄い非磁性中間層を介して磁性層に結合するCo, Fe, Ni等の磁気遷移金属が説明されている。他方、米国特許第5, 701, 223号公報には、センサの安定化のために、上記の如き層を積層されたピンニング層として用いるスピナルバブルが提案されている。

【0032】2つの強磁性層の間に設けられたRu又はRh層が特定の膜厚を有する場合、強磁性層の磁化方向を互いに平行又は反平行にすることができる。例えば、互いに異なる膜厚で磁化方向が反平行である2つの強磁性層からなる構造の場合、磁気記録媒体の有効粒子サイズは、解像度を実質的な影響を及ぼすことなく増加させることができる。このような磁気記録媒体から再生された信号振幅は、逆方向の磁化により減少するが、これに対しては、積層磁性層構造の下に、適切な膜厚及び磁化方向の層を更に設けることで、1つの層による影響を打ち消すことができる。この結果、磁気記録媒体から再生される信号振幅を増大させ、且つ、実効粒子体積を増大させることができる。従って、熱安定性の高い書き込まれたビットを実現することができる。

【0033】本発明は、磁性層を他の強磁性層と逆の磁化方向で交換結合させるか、或いは、積層フェリ磁性構造を用いることにより、書き込まれたビットの熱安定性を向上させる。強磁性層又は積層フェリ磁性構造は、交換-減結合された粒子からなる磁性層からなる。つまり、本発明は、磁気記録媒体の熱安定性の性能を向上させるために、交換ピンニング強磁性層又はフェリ磁性多層構造を用いる。

【0034】図1は、本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。磁気記録媒体は、非磁性基板1、第1のシード層2、NiP層3、第2のシード層4、下地層5、非磁性中間層6、強磁性層7、非磁性結合層8、磁性層9、保護層10及び潤滑層11が、図1に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【0035】例えば、非磁性基板1は、Al、Al合金又はガラスからなる。この非磁性基板1は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。第1のシード層2は、特に非磁性基板1がガラスからなる場合には、例えばNiPからなる。NiP層3は、テクスチャ処理又は酸化処理を施されていても、施されていなくても良い。第2のシード層4は、下地層5にNiAl、FeAl等のB2構造の合金を用いた場合の下地層5の(001)面又は(112)面の配向を良好にするために設けられている。第2のシード層4は、第1のシード層2と同様な適切な材料からなる。

【0036】磁気記録媒体が磁気ディスクの場合、非磁性基板1又はNiP層3に施されるテクスチャ処理は、ディスクの周方向、即ち、ディスク上のトラックが延在する方向に沿って行われる。

【0037】非磁性中間層6は、磁性層9のエピタキシャル成長、粒子分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿った磁性層9の異方性軸（磁化容易軸）の配向を促進するために設けられている。この非磁性中間層6は、CoCr-M等のhcp構造を有する合金からなり、1~5nmの範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である。

【0038】強磁性層7は、Co、Ni、Fe、Co系合金、Ni系合金、Fe系合金等からなる。つまり、CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金を、強磁性層7に用いることができる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である。この強磁性層7は、2~10nmの範囲に選定された膜厚を有する。非磁性結合層8は、Ru、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金等からなる。例えば、この非磁性結合層8は、0.4~1.0nmの範囲に選定された膜厚を有し、好ましくは約0.8nmの膜厚を有する。非磁性結合層8の膜厚をこのような範囲に選定することにより、強磁性層7及び磁性層9の磁化方向が互いに反平行となる。強磁性層7及び非磁性結合層8は、交換層構造を構成する。

【0039】磁性層9は、Co又はCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金等からなる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である。磁性層9は、5~30nmの範囲に選定された膜厚を有する。勿論、磁性層9は、単一層構造のものに限定されず、多層構造からなる構成であっても良いことは、言うまでもない。

【0040】保護層10は、例えばCからなる。又、潤滑層11は、磁気記録媒体を例えばスピナルバブルヘッド等の磁気トランスデューサと使用するための、有機物潤滑剤からなる。保護層10及び潤滑層11は、磁気記録媒体上の保護層構造を構成する。

【0041】交換層構造の下に設けられる層構造は、勿論図1に示すものに限定されない。例えば、下地層5は、Cr又はCr系合金からなり、基板1上に5~40nmの範囲に選定された膜厚に形成し、交換層構造は、このような下地層5上に設けても良い。

【0042】次に、本発明になる磁気記録媒体の第2実施例を説明する。

【0043】図2は、本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。同図中、図1と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0044】この磁気記録媒体の第2実施例では、交換層構造が、フェリ磁性多層構造を構成する、2つの非磁性結合層8、8-1及び2つの強磁性層7、7-1からなる。このような構造を用いることにより、2つの非磁性結合層8、8-1の磁化は、磁性層9の一部を打ち消すことなく、互いに打ち消し合うので、実効磁化及び信

号を増大することが可能となる。この結果、磁性層 9 の粒子体積及び磁化の熱安定性が効果的に増大される。記録層の磁化容易軸の配向が好ましく保たれる限り、強磁性層と非磁性層の対からなる追加される 2 層構造により、実効的な粒子体積の増大を図ることができる。

【0045】強磁性層 7-1 は、強磁性層 7 と同様の材料からなり、膜厚も強磁性層 7 と同様の範囲に選定される。又、非磁性結合層 8-1 は、非磁性結合層 8 と同様の材料からなり、膜厚も非磁性結合層 8 と同様の範囲に選定される。強磁性層 7、7-1 間では、c 軸は実質的に面内方向に沿っており、粒子は柱状に成長する。

【0046】本実施例では、強磁性層 7-1 の磁気異方性は、強磁性層 7 の磁気異方性より強く設定されている。しかし、強磁性層 7-1 の磁気異方性は、磁性層 9 の磁気異方性より強く、又は、同じに設定されていても良い。

【0047】又、強磁性層 7 の残留磁化と膜厚との積は、強磁性層 7-1 の残留磁化と膜厚との積より小さく設定されている。

【0048】図 3 は、Si 基板上に形成された膜厚 10 nm の単一の CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 3 中、縦軸は磁化 (emu)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。従来の磁気記録媒体は、図 3 に示す如き特性を示す。

【0049】図 4 は、上記記録媒体の第 1 実施例の如く、膜厚が 0.8 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 4 中、縦軸は残留磁化 (Gauss)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 4 からわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。図 5 は、膜厚が 1.4 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 5 中、縦軸は残留磁化 (emu)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 5 からわかるように、2 つの CoPt 層の磁化方向は平行である。図 6 は、上記第 2 実施例の如く、膜厚が 0.8 nm の Ru 層で分離された 2 つの CoCrPt 層の面内磁気特性を示す図である。図 6 中、縦軸は残留磁化 (emu/cc)、横軸は保磁力 (Oe) を示す。図 6 からわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。

【0050】図 3 及び図 4 より、交換層構造を設けることにより、反平行結合を得られることがわかる。又、図 5 を、図 4 及び図 6 と比較することでわかるように、非磁性結合層 8 の膜厚は、反平行結合を得るためには、好ましくは 0.4 ~ 0.9 nm の範囲に選定される。

【0051】従って、磁気記録媒体の第 1 及び第 2 実施例によれば、磁性層と強磁性層との間の非磁性結合層を介した交換結合により、解像度を犠牲にすることなく、実効粒子体積を増大させることができる。つまり、熱安

定性の良い媒体を実現できるように、粒子体積から見ると、磁性層の見かけ上の膜厚を増加させることができる。又、実際の磁性層の膜厚は増加しないので、磁性層の増加した見かけ上の膜厚により、解像度が影響されることはない。この結果、媒体ノイズが低減され、且つ、熱安定性の向上された磁気記録媒体を得ることができる。

【0052】次に、本発明の第 3 実施例を示す。本発明になる第 3 実施例は前述の第 1、第 2 実施例において説明した強磁性層及び磁性層の内の少なくとも一方に、グラニューラ膜を採用した構造を有する。本実施例で用いるグラニューラ膜は非磁性母材中に強磁性結晶粒子を均一に分散させているので、磁性粒子の孤立化がより実現されている。よって、交換層構造により熱安定性を向上させつつ、さらなる低ノイズ化が可能である。

【0053】強磁性層及び磁性層の両層をグラニューラ膜で形成した場合には、その間に設けられた Ru 等からなる非磁性結合層の膜厚を所定膜厚とすると、グラニューラ膜の磁化方向を互いに平行又は反平行とすることができる点は上記第 1、第 2 実施例と同様である。この結果、実効体積を増大させることができ、熱安定性の高い書き込まれたビットを実現することができ、合わせてノイズ低減性が向上する。

【0054】なお、強磁性層及び磁性層の両層共にグラニューラ膜を用いることは必須ではなく、いずれか一方に用いてもよい。いずれか一方にグラニューラ膜を用いるときには記録層となる磁性層側に用いることが奨励される。

【0055】本実施例では、グラニューラ膜を他のグラニューラ膜或いは CoCr 系の磁性材料と逆の磁化向き (反平行) に磁気的に交換結合させることにより、書き込まれたビットの熱安定性を向上させる。つまり、本実施例は、磁気記録媒体の熱安定性の性能を向上させるために交換ピンング構造を備え、さらに低ノイズ化させるためにグラニューラ膜を備えた構成となっている。

【0056】図 7 は、本発明になる磁気記録媒体の第 3 実施例の要部を示す断面図である。磁気記録媒体は、非磁性基板 101、第 1 のシード層 102、NiP 層 103、第 2 のシード層 104、下地層 105、非磁性中間層 106、強磁性層 107、非磁性結合層 108、磁性層 109、保護層 110 及び潤滑層 111 が、図 7 に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【0057】例えば、非磁性基板 101 は、Al、Al 合金又はガラスからなる。この非磁性基板 101 は、テクスチャ処理が施されていても、施されていなくてもよい。第 1 のシード層 102 は、特に非磁性基板 101 がガラスからなる場合には、例えば NiP からなる。NiP 層 103 は、テクスチャ処理又は酸化処理が施されていても、施されていなくてもよい。第 2 のシード層 104 は、下地層 105 に NiAl、FeAl 等の B2 構造

11

の合金を用いた場合の下地層105の(001)面又は(112)面の配向を良好にするために設けられている。第2のシード層104は、第1のシード層102と同様な適切な材料からなる。

【0058】本磁気記録媒体が磁気ディスクの場合、非磁性基板101又はNiP層103に施されるテクスチャ処理は、ディスクの周方向、即ち、ディスク上のトラックが延在する方向に沿って行われるのは前述実施例と同様である。

【0059】非磁性中間層106は、磁性層109のエピタキシャル成長、粒子分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿った磁性層109の異方性軸(磁化容易軸)の配向を促進するために設けられているが必須の層ではない。この非磁性中間層106は、CoCrM等のhcp構造を有する合金からなり、1~5nmの範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である。

【0060】前記強磁性層107は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、CoCrTa、CoCrPt、及びCoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料等からなる強磁性結晶粒子を、SiO₂、Al₂O₃等のセラミック材料、もしくはNiOなどの酸化物等からなる非磁性母材中に分散させたグラニュー膜を用いてもよいし、従来のようにCoCr系の磁性材料を用いてもよい。

【0061】グラニュー膜は磁性層109に優先的に用いることが奨励され、強磁性層107にはCoCr系の磁性材料を用いてもよい。非磁性結合層108による交換結合作用により、ノイズ低減に主に寄与するのは最上段の磁性層109だからである。

【0062】前記強磁性層107及び磁性層109は、単一層構造のものに限定されず、多層構造からなる構成であってもよいことは言うまでもない。

【0063】前記非磁性結合層108は、Ru、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金、及びIr系合金からなるグループから選択された材料が好ましい。この非磁性結合層108に、例えば特開平10-149526号公報に記載されるグラニュー膜に用いるセラミック材料SiO₂、Al₂O₃等、或いは酸化物材料NiO等を添加してもよい。このようにセラミックス等を添加することで非磁性結合層108と磁性層109のエピタキシャル成長が促進されるので更にS/Nを向上させることができる。

【0064】前記保護層110及び潤滑層111は、前記第1、第2実施例と同様に形成することができる。

【0065】上記グラニュー膜を有する交換層構造は1層に限定されるものではなく、第2実施例に示される構造に順じて第1、第2の交換層構造としてもよい。この場合には、第2の交換層構造のグラニュー膜の磁気

12

異方性は第1の交換層構造のグラニュー膜の磁気異方性より弱く設定することが推奨される。また、第2の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積は、第1の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積より小さく設定することが推奨される。

【0066】次に、本発明になる磁気記憶装置の一実施例を、図8及び図9と共に説明する。図8は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図であり、図9は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【0067】図8及び図9に示すように、磁気記憶装置は大略ハウジング13からなる。ハウジング13内には、モータ14、ハブ15、複数の磁気記録媒体16、複数の記録再生ヘッド17、複数のサスペンション18、複数のアーム19及びアクチュエータユニット20が設けられている。磁気記録媒体16は、モータ14により回転されるハブ15に取り付けられている。記録再生ヘッド17は、MRヘッドやGMRヘッド等の再生ヘッドと、インダクティブヘッド等の記録ヘッドとからなる。各記録再生ヘッド17は、対応するアーム19の先端にサスペンション18を介して取り付けられている。アーム19はアクチュエータユニット20により駆動される。この磁気記憶装置の基本構成自体は周知であり、その詳細な説明は本明細書では省略する。

【0068】磁気記憶装置の本実施例は、磁気記録媒体16に特徴がある。各磁気記録媒体16は、図1、図2及び図7と共に説明した、上記磁気記録媒体の第1実施例から第3実施例の構造を有する。勿論、磁気記録媒体16の数は3枚に限定されず、1枚でも、2枚又は4枚以上であっても良い。

【0069】磁気記憶装置の基本構成は、図8及び図9に示すものに限定されるものではない。又、本発明で用いる磁気記録媒体は、磁気ディスクに限定されない。

【0070】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、言うまでもない。

【0071】なお、前述した発明に関して、さらに以下の付記を示す。

【0072】(付記1) 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層及び磁性層の少なくとも一方は、強磁性結晶粒子が非磁性母材中に一様に分散したグラニュー膜で形成されている、磁気記録媒体。

【0073】(付記2) 前記強磁性結晶粒子は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、CoCrTa、CoCrPt及びCoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cuであることを特徴とする付記1記載の磁気記録媒体。

13

【0074】(付記3) 前記非磁性母材は、セラミック材料又は酸化物からなることを特徴とする付記1又は2記載の磁気記録媒体。

【0075】(付記4) 付記1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層は、Ru、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする付記1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0076】(付記5) 前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに反平行であることを特徴とする付記1から4のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0077】(付記6) 前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成され、0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする付記5記載の磁気記録媒体。

【0078】(付記7) 前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに平行であることを特徴とする付記1から4のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0079】(付記8) 前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Ru系合金、Rh系合金及びIr系合金からなるグループから選択された材料で形成され、0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有することを特徴とする付記7記載の磁気記録媒体。

【0080】(付記9) 前記非磁性結合層に、セラミック材料又は酸化物を添加することを特徴とする付記1から8のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0081】(付記10) 基板の上方に設けられた下地層と、該下地層上にグラニュー膜で形成した強磁性層と、該下地層と強磁性層との間に設けられた非磁性中間層を更に備え、該非磁性中間層は、CoCr-Mからなるグループから選択されたhcp構造の合金からなり、1~5nmの範囲で選定された膜厚を有し、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金であることを特徴とする付記1から9のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0082】(付記11) 前記基板と前記下地層との間に設けられたNiP層を更に備え、前記NiP層はテクスチャ処理又は酸化処理が施されていることを特徴とする付記1から10のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0083】(付記12) 前記下地層は、NiAl及びFeAlからなるグループから選択されたB2構造を有する合金からなることを特徴とする付記1から11のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【0084】(付記13) 付記1から12のいずれかに記載の磁気記録媒体において、少なくとも第1の交換層構造と該第1の交換層構造と該磁性層との間に設けられた第2の交換層構造を備え、前記第1の交換層構造及

14

び第2の交換層構造の強磁性層はグラニュー膜で形成され、前記第2の交換層構造のグラニュー膜の磁気異方性は該第1の交換層構造のグラニュー膜の磁気異方性より弱く、該第1及び第2の交換層構造のグラニュー膜は互いに磁化方向が反平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0085】(付記14) 付記1から12のいずれかに記載の磁気記録媒体において、少なくとも第1の交換層構造と該第1の交換層構造と該磁性層との間に設けられた第2の交換層構造を備え、前記第1の交換層構造及び第2の交換層構造の強磁性層はグラニュー膜で形成され、前記第2の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積は、該第1の交換層構造のグラニュー膜の残留磁化と膜厚との積より小さく、該第1及び第2の交換層構造のグラニュー膜は互いに磁化方向が反平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0086】

【発明の効果】以上詳述したところから明らかなように、本発明によれば交換層構造を有すると共にグラニュー膜を用いているので、書き込まれたビットの熱安定性を向上を図りつつ、更に媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。

【図2】本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。

【図3】Si基板上に形成された膜厚10nmの単一のCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図4】膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図5】膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図6】膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図7】本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図である。

【図8】本発明になる磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図である。

【図9】磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【符号の説明】

- | | |
|-------|---------|
| 1 | 基板 |
| 2 | 第1のシード層 |
| 3 | NiP層 |
| 4 | 第2のシード層 |
| 5 | 下地層 |
| 6 | 非磁性中間層 |
| 7、7-1 | 強磁性層 |

15

8、8-1 非磁性結合層

9 磁性層

10 保護層

11 潤滑層

13 ハウジング

16 磁気記録媒体

17 記録再生ヘッド

101 基板

【図1】

16

*102 第1のシード層

103 NiP層

104 第2のシード層

105 下地層

106 非磁性中間層

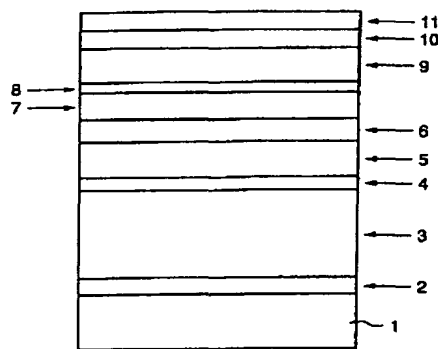
107 強磁性層

108 非磁性層結合層

*109 磁性層

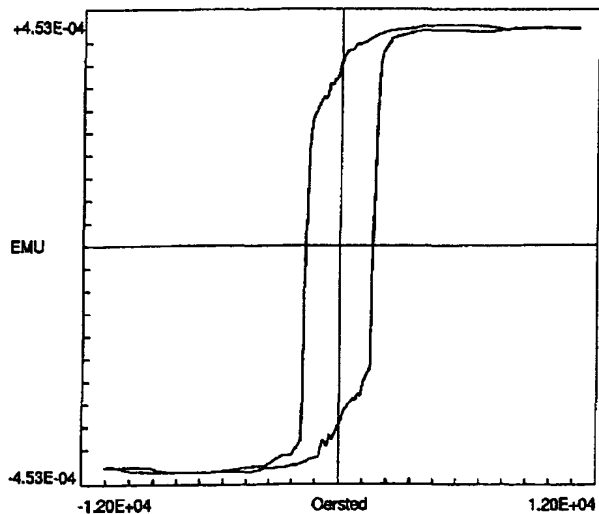
【図2】

本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図

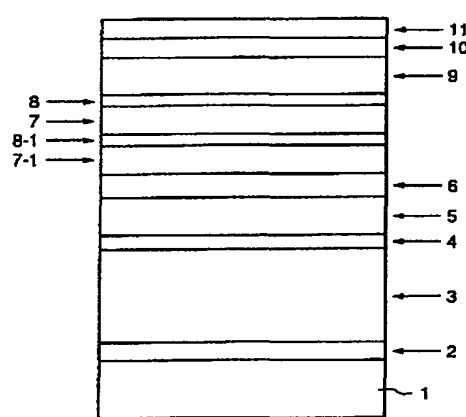


【図3】

Si基板上に形成された膜厚10nmの単一のCoPt層の面内磁気特性を示す図

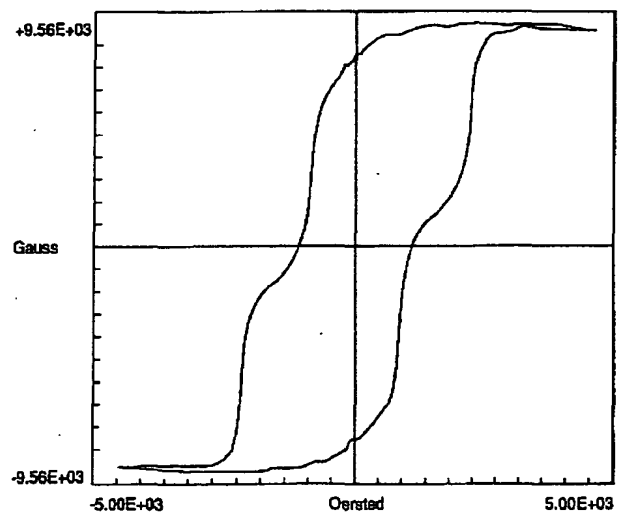


本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図



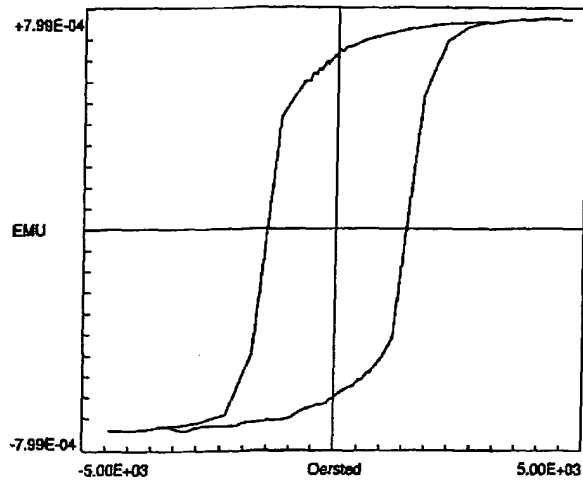
【図4】

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



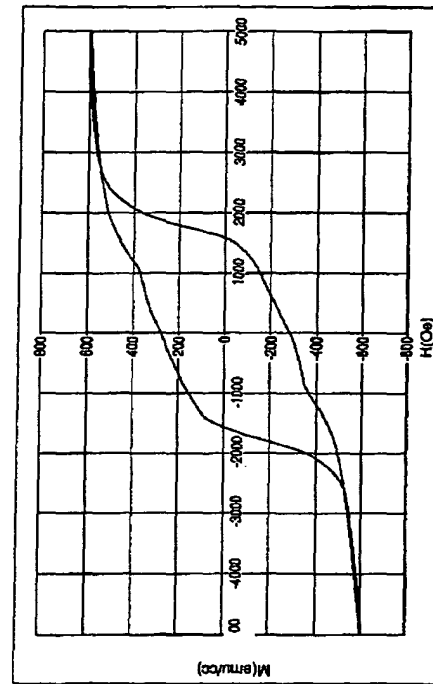
【図5】

膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



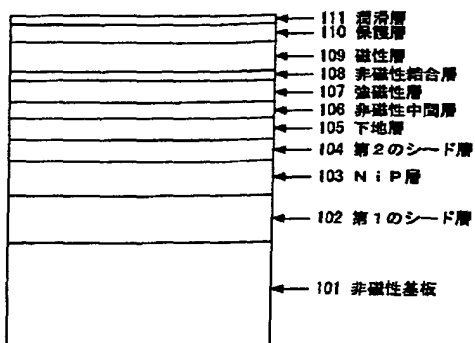
【図6】

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図



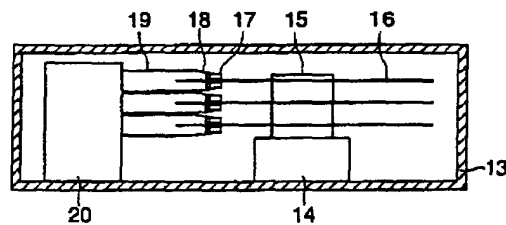
【図7】

本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図



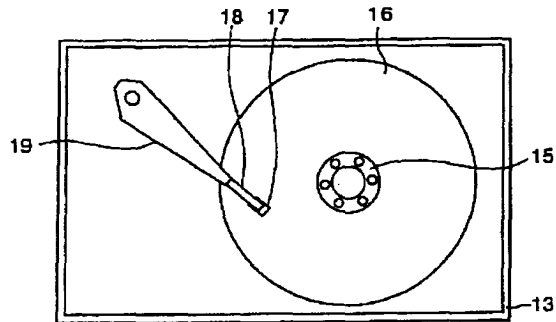
【図8】

本発明になる磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図



【図9】

磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 F 10/26

H 0 1 F 10/26

(72) 発明者 ノエル アバラ

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 溝下 義文

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 岡本 巖

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 4J038 AA011 HA061 HA066 HA161

HA561 KA07 KA20 NA22

PB11

5D006 BB01 BB07 BB08 BB09 CA01

CA04 CA05

5E049 AA01 AA04 AA07 AA09 AC05

BA06 DB02 DB04 DB12

